

選択的脊髄後根切断術による脳性麻痺の痙縮治療

沖縄県立南部医療センター・こども医療センター小児整形外科

栗 國 敦 男・金 城 健・上 原 敏 則
大 藤 勇 樹・前 田 明 子

沖縄県立南部医療センター・こども医療センターリハビリ科

安 里 隆

要 旨 選択的脊髄後根切断術(以下, SDR)を行った痙縮を有する脳性麻痺児 81 例について短期的成績を報告する. 症例は痙直型 52 例, 混合型が 29 例であった. 手術時年齢は, 平均 5 歳 10 か月, 粗大運動能力分類システム(Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy : GMFCS)は, 痙直型では, レベル I・II が 11 例, レベル III が 6 例, レベル IV が 35 例, 混合型ではレベル IV が 8 例, レベル V が 21 例であった. 経過観察期間は平均 2 年 10 か月, 調査項目は後根切断率, 術前および術後 12 か月時の粗大運動能力尺度のスコア(以下, GMFM), Ashworth's scale および Modified Ashworth's scale による痙性スコア, 下肢の他動的関節可動域, SDR 術後筋解離術または骨切り術の施行率である.

【結果】 後根切断率は平均 35.1%, GMFM は全群で改善傾向であり, 痙直型レベル III で最も差を認めた. 痙性スコアは, 全群で有意な改善を認めた. 関節可動域は拡大するが, 拘縮は残存する傾向があった. SDR 術後の筋解離術または骨切り術の施行率は平均 50.1%であった. SDR には明らかな痙縮改善効果があり, 運動機能の向上をもたらす. 一方, 関節拘縮に対して効果は十分でなく, 筋解離術や骨切り術の併用を要した.

はじめに

脳性麻痺における痙縮は, 姿勢や移動など運動機能の障害を引き起こす. 痙縮が持続すると筋短縮から関節拘縮を生じて運動機能は更に悪化する. 我々は脳性麻痺の痙縮治療の第一選択として, 選択的脊髄後根切断術(以下, SDR)と術後の集中的理学療法を行い, 痙縮軽減後, 残存した関節拘縮や股関節亜脱臼・脱臼に対して筋解離術や骨切り術を行うことを主な治療方針としてきた.

SDR は脊髄反射の求心性入力線維である Ia 線維を含む根細糸を術中電気生理検査に基づいて

選択的に切断し痙縮を減弱する手術である. 最初に S1, S2, S3 後根について陰部神経マッピングを行い, その後の操作で, 確実に陰部神経を含む後根(通常 S2 および S3)を温存するようにしている. 次に, L2 から L5 および S1 の左右 5 本の後根について誘発筋電図検査を行う. それぞれの後根刺激で, その神経根の支配筋節以外の筋収縮の広がりおよび異常な筋収縮パターン(10 Hz の刺激で漸増現象など)を呈した後根を 3~5 本の根細糸に分け, 後根細糸を再度, 電気刺激して前述の異常な反応を呈した根細糸を切断する. 各根で少なくとも 1 本の根細糸は温存する.

Key words : selective dorsal rhizotomy (選択的脊髄後根切断術), spasticity (痙縮), cerebral palsy (脳性麻痺)

連絡先 : 〒 901-1193 沖縄県南風原町字新川 11-8-1 沖縄県立南部医療センター・こども医療センター小児整形外科
栗國敦男 電話(098)888-0123

受付日 : 平成 23 年 2 月 23 日

表 1. 粗大運動能力分類システム
(Gross Motor Function Classification System
for Cerebral Palsy : GMFCS)

レベルⅠ：制限なしに歩く
レベルⅡ：制限を伴って歩く
レベルⅢ：手に持つ移動器具を使用して歩く
レベルⅣ：制限を伴って自力移動；電動の移動手段を使用しても良い
レベルⅤ：手動車椅子で移送される

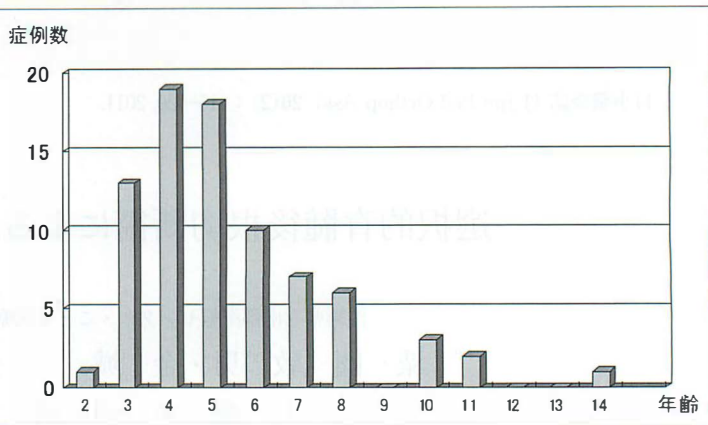


図 1. 手術時平均年齢：平均 5 歳 10 か月 (2 歳 11 か月～14 歳 9 か月)

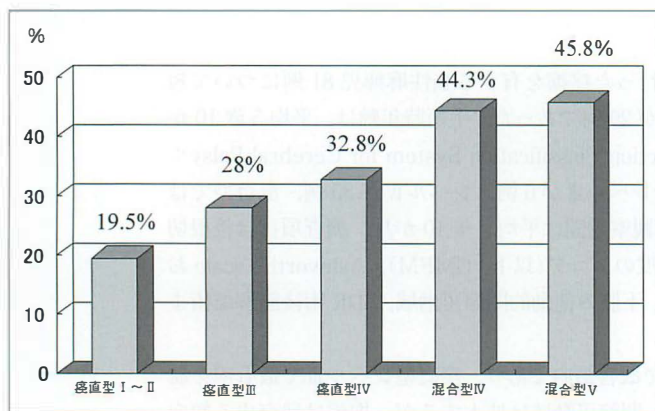


図 2. 麻痺型および GMFCS 別切断率

平均 35.1% (9~65%) 混合型が痙直型より高く、GMFCS レベルの重度な例ほど高かった。

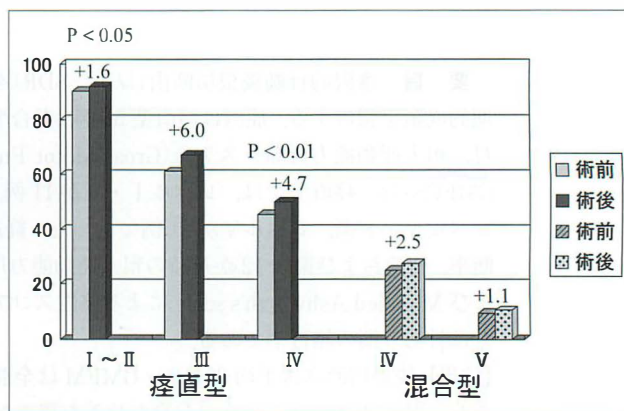


図 3. 病型および GMFCS 別 GMFM の術前・術後 12 か月以内の変化

本論文の目的は、脳性麻痺の病型と粗大運動能力分類システム (Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy : 以下、GMFCS ; 表 1) レベルごとに SDR の術後成績を調査し、運動機能、下肢の痙縮、下肢の関節可動域における改善効果と SDR 術後の筋解離術や骨切り術の施行率について報告することである。

症例は 2000 年 11 月 30 日から 2009 年 8 月までに SDR を行った 81 例、男子 49 例、女子 32 例である。病型は、痙直型 52 例、混合型 29 例である。GMFCS では、痙直型のレベルⅠ・Ⅱが 11 例、レベルⅢが 6 例、レベルⅣが 35 例、混合型のレベルⅣが 8 例、レベルⅤが 21 例であった。経過観察期間は 3 か月から 9 年 4 か月、平均 2 年 10 か月であった。

手術時年齢は、2 歳 11 か月から 14 歳 9 か月、

平均 5 歳 10 か月であった。4 歳と 5 歳にピークを認めた (図 1)。

評価項目は、後根切断率 (L2~S1 後根の各根について切断した根細系数を分けた根細系数で除した百分率の左右 10 根の平均)、粗大運動能力尺度 (以下、GMFM) のスコア、下肢の痙縮評価として 2004 年までは Ashworth's scale (以下、AS)、2005 年以降は Modified Ashworth's scale (以下、MAS) を用いた。下肢の他動的関節可動域の評価として Thomas test による股関節屈曲角、膝窩角、下肢伸展位での股関節外転角、膝伸展位における足関節背屈角、および SDR 後の筋解離術や骨切り術の施行率である。t 検定を用いて統計学的有意差を検討した。

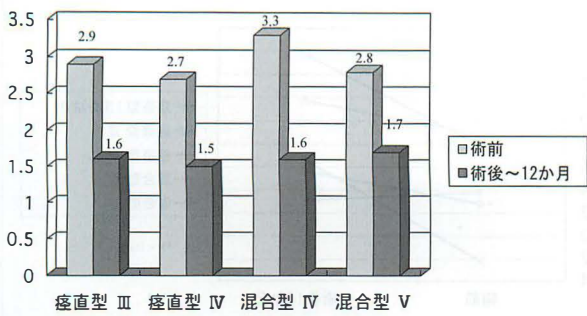


図 4. Ashworth's scale の術前術後 12 か月以内の変化
* 全て P<0.001 にて有意差あり.

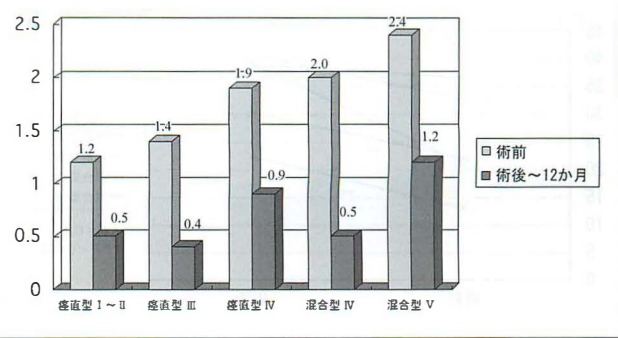


図 5. Modified Ashworth's scale の術前術後 12 か月以内変化
* 全て P<0.001 で有意差あり.

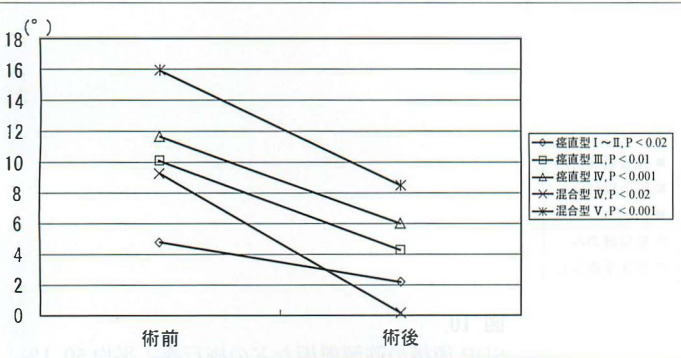


図 6. Thomas test : 股関節屈曲角度の変化
痙直型および混合型の全群において有意な減少を認めた.

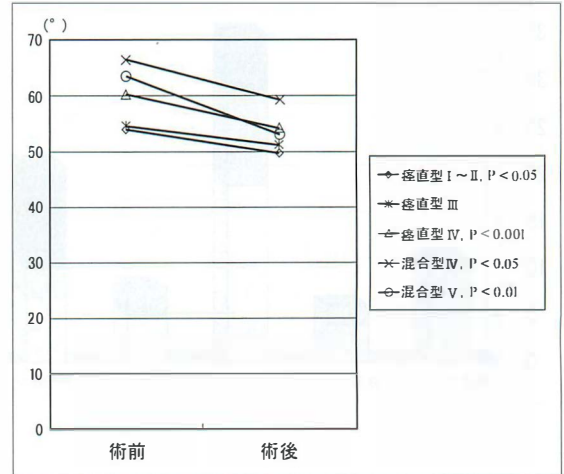


図 7. 膝窩角の変化

結果

切断率は9%～65%、平均35.1%であり、混合型が痙直型より高く、GMFCSレベルの重度な例ほど多くなっていた(図2)。

病型およびGMFCSレベル毎の術前と術後12か月以内のGMFMスコアの平均値は、全群で増加を認めた。特にレベルI・IIとレベルIVで有意差を認め、痙直型レベルIVで+4.7であり、自然経過12か月以内の平均変化+2.47に比べ大きかった(図3)。

ASのSDR術前・術後12か月以内の変化は、痙直型、混合型ともに全てのレベルで-1.2から-1.7の有意な減少を認めた(図4)。MASの術前・術後12か月以内変化では、痙直型、混合型ともに全てのレベルで-0.7から-1.6の有意な減少を認めた(図5)。

Thomas test による股関節屈曲角度の変化で

は、痙直型および混合型の全てのレベルにおいてSDR後有意な減少を認めた(図6)。膝窩角の変化では、痙直型レベルIIIを除いて有意な減少を認めたが、SDR術後の膝窩角は50°以上であり、ハムストリングの短縮を残存していた(図7)。下肢伸展位での股関節外転角の変化では、痙直型レベルI・IIを除く群で外転角度の有意な拡大を認めたが、混合型レベルVで股関節亜脱臼・脱臼の危険性が高い25°以下の外転制限を残存していた(図8)。膝伸展位における足関節背屈角の変化では、痙直型レベルI・IIと混合型レベルIVで有意な拡大を認めたが、正常可動域には達しなかった(図9)。

SDR術後の筋解離術や骨切り術の施行率は、痙直型レベルI・IIで55%、痙直型レベルIIIで33%、痙直型レベルIVで46%、混合型レベルIVで38%、混合型レベルVで67%、全群の平均50.1%であった。SDR術後の筋解離術や骨切り術まで

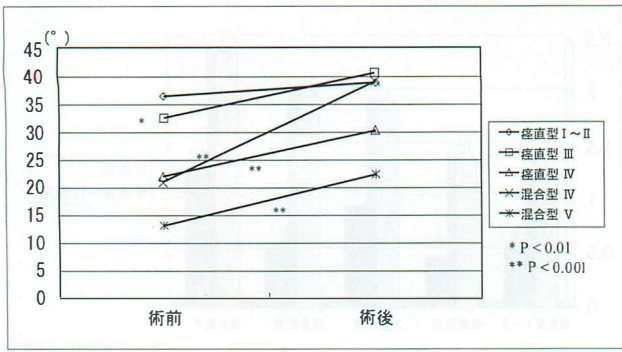


図 8. 他動的股関節外転角度(股・膝伸展位)

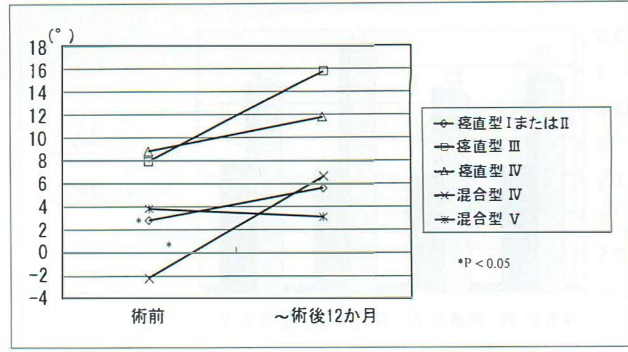


図 9. 他動的関節可動域：足背屈(膝伸展位)

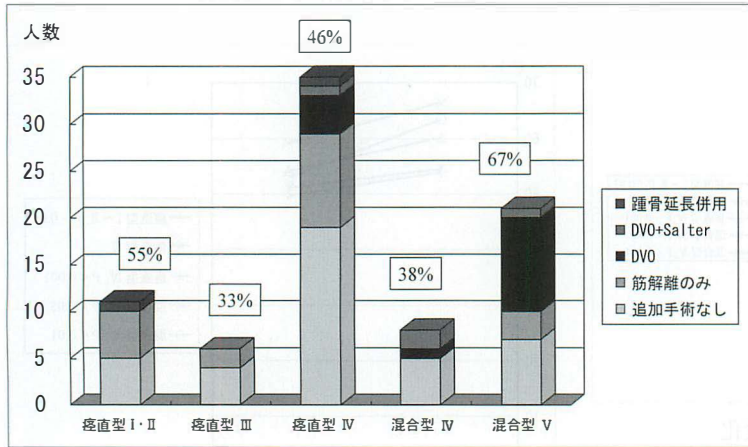


図 10.

SDR 術後の筋解離術などの施行率：平均 50.1%

の平均期間は、痙直型レベル I・II で 13.5 か月、痙直型レベル III で 27 か月、痙直型レベル IV で 30 か月、混合型レベル IV で 36 か月、混合型レベル V で平均 30 か月であった。レベル I・II および III では、尖足などの歩容改善や立位アライメントの改善を目的とする筋解離術が多く、レベル IV 以上では、股関節亜脱臼・脱臼に対する股関節周囲筋解離術や骨切り術が多かった(図 10)。

考 察

McLaughlin ら⁴⁾は、無作為比較試験のメタアナリシスを行い、SDR の効果が最も表れるのは、GMFCS レベル III と IV の 3~8 歳の脳性麻痺児であり、より重度の脳性麻痺でも多くの利益を得る可能性があるとして脳性麻痺児の痙縮治療に SDR を推奨している。我々の症例では、GMFMC の平均値は、全群で SDR 術後に改善傾向を認めた。特に痙直型レベル IV で術前後の平均値に有意差を認め、12 か月以内の自然経過⁵⁾に比べ大きな改善を認めた。これは、SDR の手術効果と考えら

れる。レベル I・II では、術前後の GMFMC 平均値に有意差を認めたものの、自然経過(それぞれ +2.45 と +3.87)と比べて GMFMC の変化は少ない。諸家の報告では、GMFCS レベル III および IV・V では術前後の GMFMC に有意差を認めるが、レベル I・II では、術前後 GMFMC スコアに有意差を認めていない²⁾。これは GMFMC が運動の質的評価尺度ではなく、運動の量的評価尺度であり、その点では、術前から高いスコアを示しているレベル I・II では、変化を捉えきれない天井効果によるものと考えられる。レベル I・II における AS または MAS の著明な減弱と関節可動域の拡大は、歩行の円滑さや安定性の向上など運動の質的改善を裏付けるものとする。諸家の報告でも SDR 術後の痙縮軽減は、AS によって示され、一致した見解である⁶⁾。我々の症例では、混合型 IV・V において術前後の GMFMC の有意差を認めなかったが、痙縮の軽減によって関節可動域が拡大し、更衣や入浴など介護の際に患児の苦痛を和らげ、介護者の負担を軽減していた。

SDR 後、関節可動域は拡大傾向を認めるが、既に関節拘縮を有する例では、関節可動域が正常域に達しないため、SDR 術後の筋解離術や骨切り術は、およそ 50% に及んでいた。最終的には、歩容の改善や股関節脱臼整復が達成された。O'Brien らは、2~14 歳に SDR を受けた痙直型両麻痺児 158 名のうち、2~3 歳までに SDR を施行した群で整形外科手術施行率は低いこと、4~14 歳では、独歩群が介助を要する群に比べ整形外科手術施行率が低いことを報告している¹⁾。当科の症例では、3 歳で SDR を施行した 6 例中 4 例 (67%) に筋解離術などを施行し、早期の SDR が筋解離術の施行率を減少させる傾向は明らかではなかった。また SDR 施行時の GMFCS レベルから、独歩群 (レベル I・II) 11 例中 6 例 (55%)、介助群 (レベル III または IV) 41 例中 18 例 (44%) に筋解離術を施行しており、SDR 施行時の移動能力における有意差を認めなかった。

痙縮が消失しても筋短縮は予防できないという症例報告³⁾があり、我々の症例でも同様の結果であった。脳性麻痺における関節拘縮は、痙縮と随意的運動性の乏しいことから起こり、たとえ痙縮を軽減しても随意的運動性が低ければ、筋短縮を完全に予防することはできないと考える。SDR 前に筋短縮を伴う例では、SDR 術後の理学療法のみで拘縮が改善することは期待できない。脳性麻痺児の運動機能の改善のためには、痙縮を SDR で軽減し、筋短縮やアライメント異常に対しては、筋解離術や骨切り術で対処するという治療戦略が有効であると思われる。

まとめ

1) SDR により全ての群で GMFM の向上を

認め、特に痙直型のレベル IV で SDR の介入効果と認められた。

2) すべての群で痙縮の有意な軽減を認めた。

3) 全ての群で術後、下肢の関節可動域は拡大傾向を認めたが、術前すでに筋短縮の著しいものほど可動域制限が残存し、約 50% に筋解離術を行った。

4) 筋短縮や股関節亜脱臼・脱臼を併発した例に対する SDR は、筋解離術や骨切り術の併用により歩容の改善や介護の容易化に寄与するものと考えられる。

文献

- 1) O'Brien DF, Park TS, Puglisi JA et al : Orthopedic surgery after selective dorsal rhizotomy for spastic diplegia in relation to ambulatory status and age. *J Neurosurg* 103 : 5-9, 2005.
- 2) Normark E, Josenby AL et al : Long-term outcomes five years after selective dorsal rhizotomy. *BMC Pediatr* 8 : 54, 2008.
- 3) Margie S, Strijers RL, van Ouwkerk WJ et al : Disappearance of spasticity after selective dorsal rhizotomy does not prevent muscle shortening in children with cerebral palsy : A case report. *J Child Neurol* 24 : 625-627, 2009.
- 4) McLaughlin J, Bjornson K, Temkin N et al : Selective dorsal rhizotomy : meta-analysis of three randomized controlled trials. *Dev Med Child Neurol* 44 : 17-25, 2002.
- 5) Russell D, et al : Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88) User's Manual. Mac Keith Press, London, 2002.
- 6) Sophelia Hoi-shan Chan, Kwong Yiu Yam et al : Selective dorsal rhizotomy in Hong Kong : Multidimensional outcome measures. *Pediatric Neurology* 39 : 22-32, 2008.

Abstract

Selective Dorsal Rhizotomy for Spasticity in Cerebral Palsy

Atsuo Aguni, M. D., et al.

Division of Orthopedic Surgery, Okinawa Prefectural Nanbu Medical Center,
Children's Medical Center

We report the short-term results in 81 children with cerebral palsy and spasticity treated with selective dorsal rhizotomy (SDR) plus intensive physiotherapy. Of these 81 patients, 52 had spastic diplegia (including 11 at GMFCS level I or II, 6 at GMFCS level III, and 35 at level IV), and the other 29 patients had mixed-type (including 8 at GMFCS level IV, and 21 at GMFCS level V). Their mean age at operation was 5 years and 10 months, and the mean follow-up duration was 2 years and 10 months. They were assessed at immediately before SDR, and at 12 months after SDR. We measured the percentage of the dorsal root tissue transected, the gross motor function measure (GMFM), the Ashworth's scale or the modified Ashworth's scale, the passive range of motion in the lower extremities, and the rate of soft tissue release in the lower extremities with or without osteotomy at more than 7 months after SDR. The mean percentage of transected root tissue in S1-L2 was 35.1%. The GMFM overall showed a tendency to improvement in all levels, and a significant improvement in spastic diplegia at GMFCS level IV. The spasticity was significantly reduced in all levels. The passive range of motion showed a tendency to improve, but did not reach the normal range of motion. The mean rate of soft tissue release in the lower extremities with or without osteotomy at more than 7 months after SDR was 50.1%. The selective dorsal rhizotomy (SDR) was concluded to be an effective method for reducing the spasticity in children with cerebral palsy, and provided functional improvement in spastic diplegia. Joint contracture due to spasticity should be treated with soft tissue release in the lower extremities with or without osteotomy after SDR.